

Entsorgungsbetriebe der Stadt Warendorf GmbH
Herrn Museler
Freckenhorster Straße
48231 Warendorf

Ihre Nachricht

Ihr Zeichen

Unser Zeichen
Bu/He 6022-1

Datum
08.05.2015

Wohnbebauung nordöstlich Kardinal-von-Galen-Straße am südwestlichen Stadtrand von Warendorf Beurteilung der Versickerungsmöglichkeiten im Baugebiet

1 Vorbemerkung

Im Zuge der Erschließung eines Baugebietes für eine Wohnbebauung nordöstlich Kardinal-von-Galen-Straße soll die Versickerung von Niederschlagswasser beurteilt werden.

Das Gelände am südwestlichen Stadtrand von Warendorf ist unbebaut (Wiesenfläche) und relativ eben. An den Untersuchungsstellen wurden Geländehöhen zwischen 58,50 m NN und 58,20 m NN gemessen.

Die Hinz Ingenieure GmbH wurde von den Entsorgungsbetrieben der Stadt Warendorf beauftragt Baugrunduntersuchungen für die Beurteilung der Versickerung von Niederschlagswasser durchzuführen und zu bewerten.

Hinz Ingenieure GmbH
Beratende Ingenieure

Geotechnik / Altlasten
Erd- und Grundbau
Hydrogeologie
Flächenrecycling
Gebäuderückbau
Beweissicherung
Erschütterungsmessungen
Lärmessungen

info@hinz-ingenieure.de
www.hinz-ingenieure.de

Alte Dorfstraße 5
48161 Münster
Telefon 02534 9743-0
Fax 02534 9743-30

Geschäftsführer
Dipl.-Ing. D. Bulk

Registergericht Münster
HRB 4214

USt-Id.Nr.
DE163424888

2 Bearbeitungsunterlagen

Als Unterlagen zu diesem Bericht dienten:

- 2.1 Übersichtsplan mit Eintragung von Untersuchungsstellen (E-Mail v. 16.03.2015)
- 2.2 Ergebnisse durchgeführter Untersuchungen in der Örtlichkeit:
Rammkernsondierungen, Rammsondierungen und Infiltrationsversuche
- 2.3 Ortsbesichtigung und Besprechung

3 Untergrundverhältnisse

Zur Bestimmung der Untergrundverhältnisse wurden nach Vorgabe durch den Auftraggeber drei Rammkernsondierungen (RKS) und drei Rammsondierungen mit der leichten Rammsonde sowie zwei Infiltrationsversuche durchgeführt. Die Sondiertiefe reichte bis 5,00 m unter GOK.

Die Lage der Untersuchungsstellen geht aus dem Lageplan der Anlage 1 hervor. Die Ergebnisse der Aufschlüsse sind den Bohrprofilen mit Rammdiagrammen in Anlage 2 dargestellt.

3.1 Bodenschichtung

Nach den Ergebnissen der durchgeführten Rammkernsondierungen wurden unter der Geländeoberfläche bis 0,50 m / 0,85 m **Oberboden** sowie oberbodenähnliche aufgefüllte bzw. umgelagerte Sande mit schwach schluffigen und schluffigen, z.T. schwach tonigen und humosen Beimengungen angetroffen. Die **Auffüllung** wurde bei RKS 1 noch bis 1,40 m unter GOK erbohrt. Bei RKS 2 wurden stark humose Sande bis 0,80 m unter GOK festgestellt.

Im **gewachsenen Bodenhorizont** stehen Feinsande bzw. Fein- und Mittelsande mit schluffigen Beimengungen, bei RKS 3 bis 1,60 m unter GOK auch mit schwach tonigen Anteilen an. Diese Böden wurden bis 3,70 m / 3,90 m unter GOK erbohrt.

Unterlagert werden die gemischtkörnigen Sande bis zur Sondierteufe von 5,00 m unter GOK von kreidezeitlichem Mergel, der in seiner Verwitterungszone erbohrt wurde.



3.2 Grundwasser

Zum Zeitpunkt der Untersuchungen am 09.04.2015 wurden Wasserstände zwischen 0,80 m und 0,95 m unter GOK erbohrt bzw. zwischen 0,80 m und 1,20 m unter GOK nach Bohrende in den Bohrlöchern gemessen. Die Messungen sind in Tab. 1 zusammengefasst.

Aufschluss- art	Nr.	Höhe des Auf- schlusspunktes [m +NN]	Wasserstände erbohrt		Wasserstände nachgemessen	
			[m] u. GOK	[m +NN]	[m] u. GOK	[m +NN]
RKS	1	58,20	0,80	57,40	1,20	57,00
RKS	2	58,50	0,95	57,55	0,80	57,70
RKS	3	58,40	0,95	57,45	0,80	57,60

Tabelle 1

Erbohrte und nach Bohrende in den Bohrlöchern nachgemessene Wasserstände

Aus dem Grundwassergleichenplan¹ liegen für den Baubereich Wasserstandshöhen zwischen rd. 56 und 57 m NN vor.

Ob die ermittelten Wasserstände von i.M. 57,45 m NN den freien Grundwasserspiegel darstellen, kann aus den Sondierungen in diesen Böden mit z.T. deutlich feinkörnigen Beimengungen allein nicht genauer angegeben werden. Genauere Angaben erfordern die Errichtung von Grundwassermessstellen und die Beobachtung von Wasserständen.

Als Bemessungswasserstand muss aus dem vorliegenden Erkenntnisstand mit einem Anstieg des Grundwasserspiegels auf rd. 58,00 m NN gerechnet werden.

3.3 Bodeneigenschaften und Bodenkennwerte

Zur Abschätzung der Bodeneigenschaften und Bodenkennwerte wurden die entnommenen Bodenproben in der Örtlichkeit und im Laboratorium visuell beurteilt und insbesondere zur Ermittlung der Durchlässigkeit der oberflächennahen Böden bei RKS 2 und RKS 3 Infiltrationsversuche durchgeführt.

¹ Grundwassergleichen in Nordrhein-Westfalen, Blatt L 4112 Warendorf, Maßstab 1:50.000, Stand: Oktober 1973 (oberer freier Grundwasserspiegel); Hrsg. Landesanstalt für Wasser und Abfall Nordrhein-Westfalen



3.3.1 Oberboden / oberbodenähnliche Auffüllung

Der umgelagerte Oberboden bzw. die festgestellten Auffüllungen bestehen aus Sanden mit schluffigen, z.T. schwach schluffigen bzw. schwach tonigen sowie humosen und stark humosen Beimengungen.

An den Sondierstellen RKS 2 und RKS 3 waren Versickerungsversuche im Handschurf (nach *Zunker*) vorgesehen. Die beschriebenen Böden standen an den Schurfwandungen und an den Schurfsohlen in 1,20 m (SCH 2) bzw. 0,90 m (SCH 3) an. Der Wasserstand zeigte sich unmmittelbar in Höhe der Schurfsohle (SCH 2) bzw. darüber (SCH 3). Die Versuche mussten abgebrochen werden.

Bezeichnung/ Lage INF bei	Schurfsohle [m u. GOK]	Bodenart an der Schurfsohle	Wasserstand [m u. GOK]	Durchlässigkeit k_f^* (aus Inf.-versuch) [m/s]
SCH / RKS 2	1,20	fS,ms,u'	0,98	Versuche nicht durchführbar
SCH / RKS 3	0,90	S,u,t'	0,75	

Tabelle 2

Ergebnisse von Versickerungsversuchen

Entsprechend den angetroffenen Bodenarten sind im Tiefenbereich bis ca. 1,00 m unter GOK unterschiedliche Durchlässigkeiten zu erwarten, die zwischen $k_f = 1 \cdot 10^{-5}$ m/s (schluffige Sande) bis $k_f = 1 \cdot 10^{-7}$ m/s (schluffig-schwach tonige Sande) abgeschätzt werden.

Die schluffigen und schluffig-schwach tonigen Sande der Bodengruppen SU* /ST* nach DIN 18196 sind nach ZTVE-StB 09 sehr frostempfindlich (Frostempfindlichkeitsklasse 3). Sie sind bei Wasserzutritt und mechanischer Beanspruchung stark aufweichungsgefährdet.

Nach den Ergebnissen der Rammsondierungen sind die Auffüllungen bei Schlagzahlen von $N_{10} < 10$ der leichten Rammsonde DPL-10 locker gelagert und noch zusammendrückbar. Locker gelagerte Böden neigen auch ohne Lastbeanspruchungen zu Sackungen.



3.3.2 Sande

Die ab 1,60 m unter GOK angetroffenen Feinsande bzw. Fein- und Mittelsande mit schluffigen Beimengungen sind als durchlässig zu bezeichnen. Die Durchlässigkeit wird zwischen $k_f = 1 \cdot 10^{-5}$ m/s bis $k_f = 1 \cdot 10^{-6}$ m/s abgeschätzt. Sie sind bei Wasserzutritt und mechanischer Beanspruchung ebenfalls stark aufweichungsgefährdet.

Allgemein sind die Sande oberhalb des Grundwasserspiegels vorübergehend standfest, in Höhe des Grundwassers stark fließgefährdet.

Den Rammergebnissen zufolge sind die gewachsenen Sande bis 1,50 m unter GOK bei Schlagzahlen von $N_{10} = 10$ bis $N_{10} \geq 40$ der leichten Rammsonde DPL-10 bzw. $N_{10} = 10-15$ der mittelschweren Rammsonde DPM-10 mitteldicht bis dicht gelagert und gering zusammendrückbar. Der Steifemodul, Kennwert für die Zusammendrückbarkeit von Böden, wird bei mitteldicht gelagerten Sanden mit $E_s = 25-50$ MN/m² abgeschätzt. Die gewachsenen Sande sind mittelschwer rammbaar.

3.3.3 Kreidemergel / Mergelstein

Der Mergelstein der Oberkreide wurde in seiner Verwitterungszone erbohrt. Es handelt sich dabei um ein bindiges kalkhaltiges Ton-Schluff-Sand-Gemisch (Lockergestein) mit plastischen Eigenschaften. Er ist gering durchlässig bis praktisch undurchlässig ($k_f < 1 \cdot 10^{-9}$ m/s).

Er wurde an seinem Schichtbeginn in steifer Konsistenz erbohrt. Ab rd. 4,50 m unter GOK steht er in steifer bis halbfester Konsistenz an, was durch den Verlauf des Bodenwiderstandes mit der mittelschweren Rammsonde angezeigt wird. Ab Sondierteufe muss mit einer festen Zustandsform des Mergelsteins gerechnet werden. Er ist ab 4,50 m unter GOK bis zur Rammteufe mittelschwer bis schwer rammbaar.

Der Winkel der inneren Reibung des Mergels liegt erfahrungsgemäß bei $\phi' = 22,5^\circ$, die Kohäsion in Abhängigkeit von der Zustandsform zwischen $c' = 15$ kN/m² (halbfeste Zustandsform) und $c' = 40$ kN/m² (feste Zustandsform).

Das Mergelgestein in größerer Tiefe wurde nicht näher untersucht.



4 Versickerung von Niederschlagswasser im Baugebiet

Die Versickerungsmöglichkeiten von Niederschlagswasser in Baugebieten werden allgemein im ATV-Merkblatt 138 (2005) geregelt.

Für eine wirtschaftliche Einleitung der Wassermengen soll

- die Bodendurchlässigkeit zwischen $k_f = 1 \cdot 10^{-6}$ m/s und $k_f = 1 \cdot 10^{-3}$ m/s und
- die Mächtigkeit des Sickerraums, bezogen auf den mittleren höchsten Grundwasserstand mindestens 1,0 m betragen.

Nach den Ergebnissen der Untersuchungen stehen im Baugebiet unter dem Oberboden Sande mit schluffigen und z.T. schwach tonigen Beimengungen an, deren Durchlässigkeit mit $k_f = 5 \cdot 10^{-6}$ m/s bis $k_f = 7 \cdot 10^{-5}$ m/s abgeschätzt bzw. ermittelt wurde.

Aufgrund der Feststellungen bei den Sondierungen ist von einem hohen Grundwasserstand bzw. geringen Grundwasserflurabstand auszugehen. Nach den derzeitigen Erkenntnissen liegt der Grundwasserspiegel nahe der Geländeoberfläche, so dass eine Versickerung von Niederschlagswasser in Mulden und Rigolen nicht zulässig ist.

Ob eine ggf. noch zulässige Flächenversickerung wirtschaftlich ist, sollte geprüft werden. Hierfür wäre im Bereich schwach durchlässiger Böden im Untergrund ein Bodenaustausch erforderlich.

Zu Detailfragen, die bei der weiteren Bearbeitung auftreten, kann zu gegebener Zeit Stellung genommen werden. Darüber hinaus sind bei der weiteren Bearbeitung und nach Vorlage konkreter Planungen auftretende Fragen ggf. gesondert zu bearbeiten.

HINZ Ingenieure GmbH

Sachbearbeiter:

gez. D. Bulk
Dipl.-Ing.


S. Heinrich
Dipl.-Ing.



Anlagen

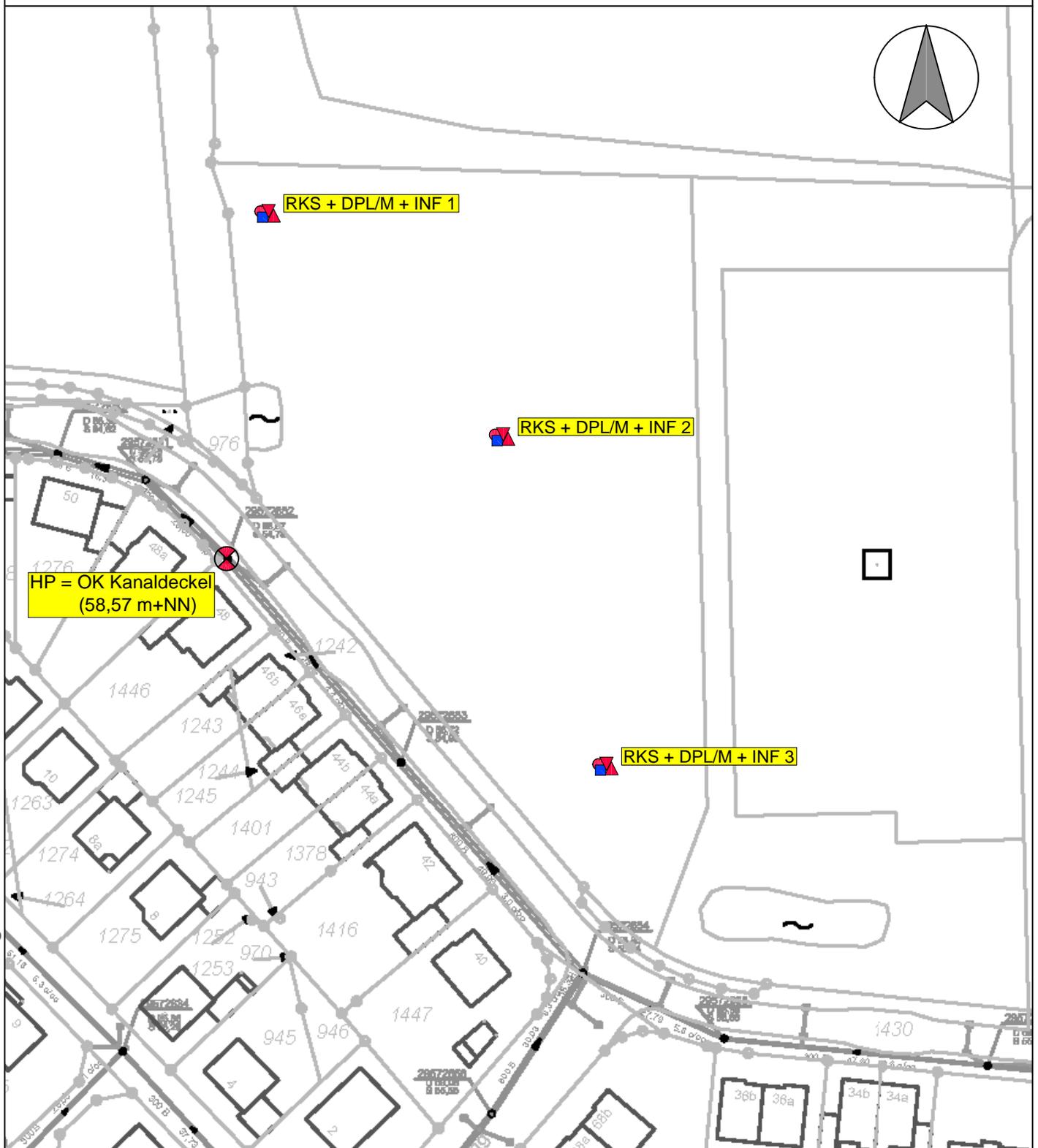
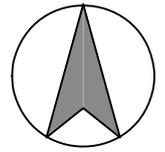
- 1 Lageplan
- 2 Bohrprofile und Rammdiagramme
- 3 Ergebnisse von Versickerungsversuchen



LEGENDE

- INF** Infiltrationsversuch (Schurfversickerung)
- RKS** Rammkernsondierung

- DPL** Rammsondierung mit der leichten Rammsonde (DIN 4094)
- DPM** Rammsondierung mit der mittel-schweren Rammsonde (DIN 4094)



Auftraggeber: Abwasserbetriebe Warendorf

Proj.: Wohnbebauung/Fläche an der Kardinal-von-Galen-Straße in Warendorf

Projekt-Nr: 6022-1

Datum: 22.04.2015

Anlage: 1

Gez: C.V

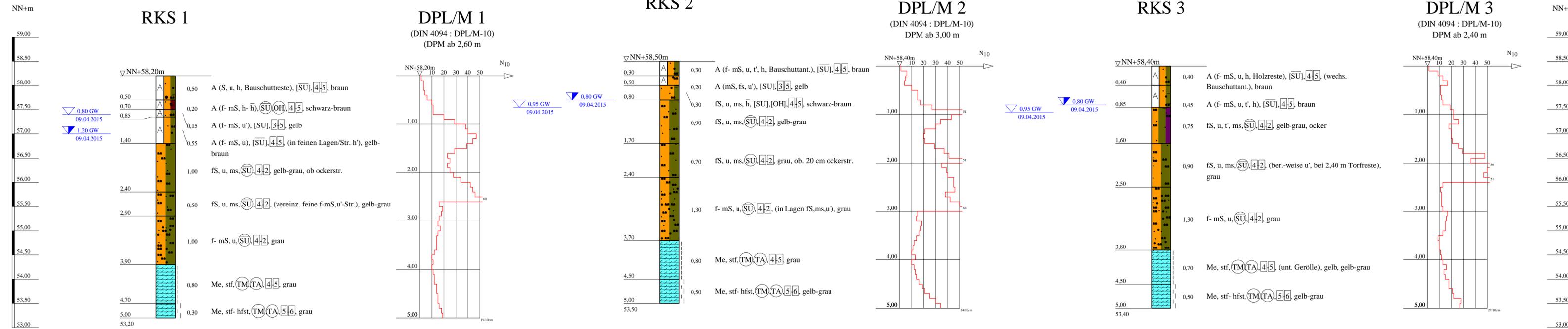
Lageplan M = 1 : 1000

HINZ Ingenieure

Hinz Ingenieure GmbH
 Alte Dorfstraße 5
 48161 Münster

Tel.: 02534 / 9743-0
 Fax: 02534 / 9743-30
 e-mail: info@hinz-ingenieure.de

P:\Projekte\lab 2015\60xx\6022\6022-1_Anlage_1



ZEICHENERKLÄRUNG (S. DIN 4023)

- UNTERSUCHUNGSSTELLEN**
- DPL Rammsondierung leichte Sonde ISO 22476-2
 - DPL Rammsondierung mittelSchwere Sonde ISO 22476-2
 - DPL Rammsondierung Schwere Sonde ISO 22476-2
 - RKS Rammkernsondierung
- PROBENTNAHME UND GRUNDWASSER**
- ▽ Grundwasser angebohrt
 - ▽ Grundwasser nach Bohrende

BODENARTEN

Auffüllung	A	Me	
Mergel			
Sand	sandig	S	s
Schluff	schluffig	U	u
Ton	tonig	T	t
Torf	humos	H	h
schluffig		u	

KORNGRÖßENBEREICH

f	fein	'	schwach (< 15 %)
m	mittel	-	stark (ca. 30-40 %)
g	grob	"	sehr schwach; " sehr stark

NEBENANTEILE

KONSISTENZ stf | steif | hfst | halbfest
BODENGRUPPE nach DIN 18 196: z.B. (UL) = leicht plastische Schluffe

BODENKLASSE

RAMMSONDIERUNG NACH ISO 22476-2

Schlagzahlen für 10 cm Eindringtiefe	leicht	mittelschwer	schwer
Spitzendurchmesser	2.52/3.57 cm	3.57 cm	4.37 cm
Spitzenquerschnitt	5.00/10.00 cm²/10.00 cm²	15.00 cm²	
Gestängeldurchmesser	2.20 cm	2.50/3.20 cm	3.20 cm
Rammhämmergewicht	10.00 kg	30.00 kg	50.00 kg
Fallhöhe	50.0 cm	50.00 cm	50.00 cm

BOHRLOCHRAMMSONDIERUNG NACH DIN 4094-2

Tiefe (m)	0.35-0.85	13 Schl./30cm	offene Spitze
	0.6/7	1.55-2.00 15 Schl./30cm	geschlossene Spitze
	6/7.8		

Bauvorhaben: Wohnbebauung / Fläche an der Kardinal-von-Galen-Straße in Warendorf

Planbezeichnung: Bohrprofile und Rammdiagramme

Anlage: 2	Maßstab: 1 :-/ 50
Bearbeiter: He/Fi	Datum: 09.04.2015
Gezeichnet: C.V	
Geändert:	
Gesehen:	
Projekt-Nr: 6022-1	

HINZ Ingenieure
HINZ Ingenieure GmbH
Alte Dorfstraße 5
48161 Münster
Tel: 02534/9743-0 Fax: -30

Infiltrationsversuch bei RKS 1 am 09.03.2015

Schurfsohle: 0,90 m u. GOK
 Bodenart bis Sohle: A,S,u,h bis A,f-mS,u,h*
 darunter: A,f-mS,u'
 Wasserstand: > 1,00 m

Versuch	Beginn [min]	Ende [min]	Zeitdauer [min]	H ₁ [mm]	H ₂ [mm]	ΔH [mm]	i.M.
1	0	10	10	200	193	7	
	10	20	10	193	190	3	
	20	30	10	190	190	0	
							3
Versuch abgebrochen!							

Schurf	Länge	L [m] =	0,20
	Breite	d [m] =	0,20
	Grundfläche	A [m ²] =	0,04
Wasser	Wasserstand im Schurf	h [m] =	0,20
	Absenkung	Δh [m] =	0,003
	Mindestversickerungsmenge	q [m ³] =	1,20E-04
	Dauer	Δt [min] =	10
	Mindestversickerungsrate Q = q/t	Q [m ³ /s] =	2,00E-07
hydraul.	Abstand Schurfsohle / GW-Spiegel	S [m] =	0,10
Gradient	hydraul. Gradient I = (S+h)/S	I [-] =	3,00
	Durchlässigkeit	k [m/s] =	1,7E-06

Infiltrationsversuch bei RKS 2 am 09.03.2015

Schurfsohle: 1,20 m u. GOK
 Bodenart bis Sohle: A,S,u,h bis f-mS,u,h*
 darunter: fS,ms,u'
 Wasserstand: > 0,98 m

Versuch	Beginn [min]	Ende [min]	Zeitdauer [min]	H ₁ [mm]	H ₂ [mm]	ΔH [mm]	i.M.
1	0	10	10	200	195	5	
	10	20	10	195	195	0	
							5
Versuch abgebrochen!							

Schurf	Länge	L [m] =	0,20
	Breite	d [m] =	0,20
	Grundfläche	A [m ²] =	0,04
Wasser	Wasserstand im Schurf	h [m] =	0,20
	Absenkung	Δh [m] =	0,005
	Mindestversickerungsmenge	q [m ³] =	2,00E-04
	Dauer	Δt [min] =	10
	Mindestversickerungsrate Q = q/t	Q [m ³ /s] =	3,33E-07
hydraul.	Abstand Schurfsohle / GW-Spiegel	S [m] =	-0,22
Gradient	hydraul. Gradient I = (S+h)/S	I [-] =	0,09
	Durchlässigkeit	k [m/s] =	9,2E-05

Infiltrationsversuch bei RKS 3 am 09.03.2015

Schurfsohle: 0,90 m u. GOK
 Bodenart bis Sohle: A,S,u,h bis f-mS,u,h
 darunter: S,u,t' (mit L-Str.)
 Wasserstand: > 0,75 m

Versuch	Beginn [min]	Ende [min]	Zeitdauer [min]	H ₁ [mm]	H ₂ [mm]	ΔH [mm]	i.M.
1							
Versuch nicht durchführbar!							

Schurf	Länge	L [m] =	0,20
	Breite	d [m] =	0,20
	Grundfläche	A [m ²] =	0,04
Wasser	Wasserstand im Schurf	h [m] =	0,20
	Absenkung	Δh [m] =	0,000
	Mindestversickerungsmenge	q [m ³] =	0,00E+00
	Dauer	Δt [min] =	10
	Mindestversickerungsrate Q = q/t	Q [m ³ /s] =	0,00E+00
hydraul.	Abstand Schurfsohle / GW-Spiegel	S [m] =	-0,15
Gradient	hydraul. Gradient I = (S+h)/S	I [-] =	-0,33
	Durchlässigkeit	k [m/s] =	0,0E+00